

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-42763

(P2000-42763A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
B 2 3 K 26/00		B 2 3 K 26/00	B 2 C 3 6 2
26/06		26/06	E 2 H 0 8 8
			J 4 E 0 6 8
B 4 1 J 2/44		B 4 1 M 5/24	
B 4 1 M 5/24		G 0 2 F 1/13	5 0 5
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-209696

(22) 出願日 平成10年7月24日 (1998.7.24)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 千葉 貞一郎

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(72) 発明者 松村 幸紀

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(74) 代理人 100091948

弁理士 野口 武男

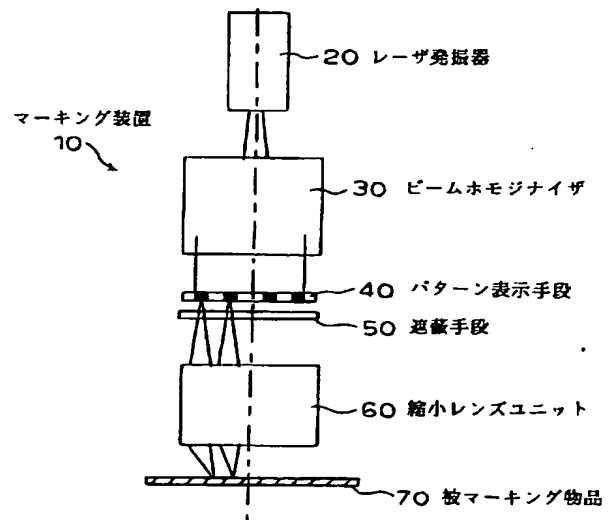
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザビームによるドットマーク形態と、そのマーキング装置及びマーキング方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 刻印面の中心部を熔融蒸発しない状態で所望の大きさ及び形状のドットマーク形成を可能にすると共に、光学的な判読性を向上させたレーザビームによるドットマーク、そのマーキング装置及び方法を提供する。

【解決手段】 多数の光透過単位がマトリクス状に配され、選択された所望の光透過単位を光非透過状態としたパターン表示手段40を備え、発振器20からのビームをパターン表示手段に照射し、透過したビームにより、光学系を介してワーク70の表面に所望のパターンを刻印するビームによるマーキング装置であって、マトリクス状に配された光透過単位の中心部には、照射されるビームを半透過状態又は非透過状態におく遮蔽手段50が配されている。この装置により形成されるドットマークは中心部に滑らかな曲面をもつ膨出部と、膨出部の周辺に形成されるリング状の凹陷部とからなり、膨出部の頂点がワークの刻印面とほぼ同一面上で形成される。



本発明のレーザビームによるマーキング装置を模式的に示す説明図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振器からのレーザビームを光学系を介して被マーキング物品の表面に照射することにより、同表面に刻印されるドットマーク形態であって、中心部に滑らかな曲面をもって膨出する膨出部と、同膨出部の周辺に形成されるリング状の凹陥部とを有し、前記膨出部の頂点が被マーキング物品の刻印面とほぼ同一面上、或いはそれ以下であることを特徴とするレーザビームによるドットマーク。

【請求項2】 多数の光透過単位がマトリクス状に配され、選択された所望の光透過単位を光非透過状態として、所要のパターンを表示したパターン表示手段を備え、レーザ発振器からのレーザビームを前記パターン表示手段に照射し、同パターン表示手段を透過したレーザビームにより、光学系を介して被マーキング物品の表面に所望の刻印パターンを刻印するレーザビームによるマーキング装置であって、

前記マトリクス状に配された光透過単位の中心部には、照射されるレーザビームを半透過状態又は非透過状態におく透過光の遮蔽手段が配されてなる、ことを特徴とするレーザビームによるマーキング装置。

【請求項3】 前記半透過状態にある光透過単位を透過するレーザビームのエネルギーは被マーキング物品を液相状態に維持する範囲内にある請求項2記載のマーキング装置。

【請求項4】 前記パターン表示手段は、前記マトリクス状に配された光透過単位としての液晶を有してなる液晶パターン表示体、及び前記各液晶を、前記所要のパターンを駆動表示すべく光透過状態と光非透過状態とに制御駆動する制御装置からなる請求項2又は3記載のマーキング装置。

【請求項5】 前記パターン表示手段が、前記マトリクス状に配された光透過単位のうち所望の光透過単位を光非透過膜で被覆して、所要のパターンを表示した光透過性板材からなる請求項2記載のマーキング装置。

【請求項6】 前記光透過性板材がガラスからなり、前記光非透過膜がクロム金属である請求項5記載のマーキング装置。

【請求項7】 前記パターン表示手段が、前記マトリクス状に配された光非透過単位のうち所望の光非透過単位ごとに光透過孔が形成され、所要のパターンを表示した光非透過性板材からなる請求項2記載のマーキング装置。

【請求項8】 前記光非透過性板材がパターン表示部にクロム金属皮膜を形成したガラス板材からなる請求項7記載のマーキング装置。

【請求項9】 前記遮蔽手段が、前記マトリクス状に配された光透過単位の中心部に形成される光非透過膜である請求項2、4、5又は7記載のマーキング装置。

【請求項10】 前記遮蔽手段は、前記液晶パターン表示

体、光透過性板材又は光非透過性板材に対向して配された光透過性薄膜体からなり、マトリクス状に配された光透過単位の中心部に対応する光透過性薄膜体の部位には光非透過膜が形成されてなる請求項2、4、5又は7記載のマーキング装置。

【請求項11】 前記光透過性薄膜体が合成石英からなり、前記光非透過膜がクロム金属である請求項10記載のマーキング装置。

【請求項12】 多数の光透過単位がマトリクス状に配され、選択された所望の光透過単位を光非透過状態として、所要のパターンを表示するパターン表示手段を備え、レーザ発振器からのレーザビームを前記パターン表示手段に照射し、同パターン表示手段を透過したレーザビームにより、被マーキング物品の表面に所望の刻印パターンを刻印するレーザビームによるマーキング方法であって、

前記マトリクス状に配された光透過単位の中心部に透過光の遮蔽手段を配して、前記光透過単位の中心部を前記遮蔽手段により光半透過状態または光非透過状態におくこと、を含んでなることを特徴とするレーザビームによるマーキング方法。

【請求項13】 ガウシアン形状をもつエネルギー密度分布の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を半透過又は遮断して、エネルギー密度分布形状の周辺部スカート部を透過するレーザビームによりドット状の刻印をする請求項12記載のマーキング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の技術分野】 本発明は半導体ウェハ表面のマーキング位置、各種のガラス薄板、ベアチップなどの電極（パッド）、IC表面、各種セラミック製品、さらにはICのリード部などの被マーキング物品の表面にマーキングされる製品管理用或いは各種セキュリティ用のために、特有の形状をもつドットマークが形成できると共に、その光学的な視認性を向上させたレーザビームによるドットマーク形態と、そのマーキング装置及びマーキング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば、半導体製造工程にあっては、各工程ごとに多様で且つ厳密な製造条件を設定する必要があり、これらを管理するために、半導体ウェハの一部表面に数字、文字或いはバーコードなどからなるマーキングがドット表示される。

【0003】 このドットによるマーキングは、レーザビームを光学系を介して半導体ウェハの一部表面にスポット状に照射し、このスポット状に照射した半導体ウェハの表面の一部を過熱熔融させ、この熔融した表面を蒸発除去させることによりなされる。

【0004】 レーザ光をスポット状に照射した表面の温度は、図7に示すように、例えば固相から液相を経て気

相に達する3相を転移しながら上昇する。図8に示すように、ビームプロファイルがガウシアン形状のレーザービームを半導体ウェハの一部表面にスポット状に照射すると、照射された中央部分の表面温度は融点を経て上昇し（図7の（c）～（b）参照）、その中央部分が熔融し始める（図8の（a）～（b）参照）。他方、その周辺部分の表面温度は過熱状態にある（図7の（c）参照）。さらに、レーザー照射時間が経過すると、熔融した中心部分の表面温度は沸点を経て上昇する（図7の（b）～（a）参照）。この状態で、この表面の中心部分からの強力な熱拡散（熱伝導）により、その周辺部分の表面温度は融点を経て上昇し（図7の（b））、その周辺部分が熔融し始める（図8の（b）参照）。

【0005】こうして、表面に吸収されたレーザービームの照射エネルギーによって完全に熔融した表面の温度は、より上昇する（図7の（a）参照）。この状態で、熔融した表面の中心部分はエネルギー密度が高いため、この部分には融解熱や蒸散熱の潜熱が最も集中して蒸散し始める（図8の（c）参照）。さらに、この熔融蒸散した表面の中心部分から周辺部分への強力な熱伝導により、熔融蒸散した材料表面は内側方向から外側方向に急激に移動される。この熔融蒸発現象により、この材料表面は蒸発除去加工され、例えば図9に示すように、ドットマークの周辺部に熔融堆積物が堆積した凹陷形状のドットマークが形成される。

【0006】このドットマーキングがなされた半導体ウェハは、例えば特開平2-299216号公報に開示されているごとく、He-Neレーザーのレーザー光の照射による反射率の変化、あるいは通常のレーザー光の熱波の振動の変化として読み取られ、その読み取られた情報に基づいて、以降の製造工程における各種の製造条件などが設定される。

【0007】しかして、半導体の製造工程数は100工程以上にもおよび、しかも各工程において多数の素子形成処理や平坦化処理がなされる。これらの処理には、例えばレジスト塗布、レジスト上へのパターンの縮小投影やレジスト現像、あるいは銅配線などにより発生するギャップの埋め込みのために絶縁膜や金属膜などの各種の成膜による平坦化がある。従って、前述の読み取りが正確になされず、誤った情報として読み取る場合には、偶然を除くと全てが不良品となる。その読み取り不良の原因の大半はドットマーキングによるマークの不鮮明さに基づいている。この不鮮明さの一つの要因としては、マークを形成するドットマークの深さが少ない場合に、例えば上述の成膜によりドットマークが埋められてしまうためであり、そのためドットマークの深さをある程度深くする必要がある。

【0008】かかる不具合を解消すべく、例えば特開昭59-84515号公報、特開平2-205281号公報によると、比較的小さいエネルギーのパルスレーザー光

を同一ポイントに重複して照射するものがある。前者にあっては、1個のドットマークを形成するにあたり各パルスごとに順次ドット径を小さくして、同一ポイントに複数回重複して照射し、ドットの孔径を順次小さくしながら深いドットマークを形成しており、後者にあっては、1回目のレーザーパルス照射を1KHz以下の周波数とし、続いて照射されるレーザーパルスの周波数を2～5KHzの高繰り返し周波数として、0.5～1.0μmあるいは1.0～1.5μmの深さのドットマークを形成している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、通常のレーザービームを半導体ウェハ表面に照射すると、半導体ウェハの熔融表面中央部分には、融解熱や蒸散熱の潜熱が最も集中する。このため、この中央部分の温度が急激に高くなり、この表面が熔融蒸散（固相から気相への相対変化）される。図9に示すように、常時、熔融除去された熔融物がドットマーク周辺に飛散して、その飛散物がドットマークの周辺部などに付着して高く堆積する。さらに、所要のドット深さを得ようとして、通常は大エネルギーのレーザービーム照射により半導体ウェハの表面をスポット状に熔融蒸発除去してドットマークを形成しているが、パルスエネルギーの強度を大きくしすぎると、急激な温度勾配によって、熔融した表面が周辺方向に急激に移動する。この急激な移動に伴って生じる反動によって、この熔融表面の中央部分は上側方向に膨出する。そして遂には、この膨出部分は破裂し、破裂した熔融表面は大きな粒子になり、この大きな粒子はドットマークの周辺部などに高く沈着する。これによって、ドットマークの周辺部などに熔融堆積物が存在する奇形或いは不均整な大きさ（径）のドットマークが形成されやすいという問題点があった。

【0010】また、上記ドットマークに対する読み取りの不鮮明さの原因の一つとしては、上述の深さにあることも確かではあるが、ドットマークの深さが深くされていても、ドットマークの周辺部に付着して堆積する熔融堆積物、マーキング時に盛り上がったドットマークの周辺部又は奇形のドットマークなどによって生じる乱反射光により、光の反射方向及びその反射量に大きな差がないために、ドットの加工穴とその周辺との明暗差に低下を生じ、判読することが困難になるという問題点があった。

【0011】また、ドットの加工穴（中央の凹陷部）の径が大きい場合には、例えば所要の深さを得るに十分なレーザー光を照射する場合に、そのエネルギー密度は一般にガウシアン分布であるため、全体としては滑らかな曲面となってしまう、上述の如き読み取り手段ではドットの加工穴と周辺との差を判断しがたい場合がある。

【0012】さらにまた、上述の各種の成膜による平坦化処理によってドットの深さが浅くなり、視認性が低下

する。上記の問題点に加えて、このドットマーキングは素子形成を不可能にし、品質に大きな影響を与えるという問題点があった。

【0013】他方、上記特開昭59-84515号公報の開示によれば、同公報の図面から、形成されるドット形状もガウシアン形状に近似している。また、上記特開平2-205281号公報には、そのドット形状についてもガウシアン形状であると紹介されているに過ぎない。

【0014】従って、これらの公報に開示されたマーキング方法によれば、所要のドット深さ及びある程度の均整な大きさのドットマークが形成されるとは考えられるものの、形成されたドット形状は従来の形状に近く、従って、上記視認性の点では相変わらず確実性に欠けているといわざるを得ない。

【0015】本発明は、かかる従来の課題を解消すべくなされたものであり、その具体的な目的は、ドットマークの中央部を溶融蒸発させないで所望の大きさ及び形状のドットマークを高精度に且つ正確に形成できると共に、ドットマークの有無による光学的読み取り誤認や不能を回避して光学的な判読性を向上させたレーザビームによるドットマーク形態、そのマーキング装置及びマーキング方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段及び作用効果】前記目的は、本件請求項1～13に記載された各発明により達成される。上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねたところ、レーザビームを被マーキング物品としての半導体ウエハの表面に照射する際に、ドットマークにおける刻印面の中央部分を蒸発除去加工させない状態で、照射ポイントの刻印面の周辺部分だけを溶融変形させることにより上記問題が解決することを知った。

【0017】すなわち、本発明のドットマーキングにあっては、レーザビームを被マーキング物品の一部表面に照射する光路上でレーザビームの中央部分を半透過及び非透過状態におくことによって、エネルギー密度分布形状の中心にあたるレーザ強度の高い部分のエネルギーを遮断して、エネルギー密度分布形状の周辺にあたるレーザ強度の低い部分のエネルギーを刻印面の周辺部分に照射する。こうして、ドットマーク加工部における刻印面の中央部分が蒸散除去領域の温度分布に達しない段階で、すなわち、刻印面の周辺部分が、照射開始から照射終了までの所定の照射時間内を液相の温度分布を保った状態で溶融変形されて、所望のドットマークが効率的に且つ速やかに形成される。従って、融解熱及び蒸発熱が集中する穴中央部からの強力な熱伝導による熱エネルギーを防止することができ、蒸散させずに刻印面に効果的にドットマーク加工を施すことができる。また、ドットマークの周辺部に溶融堆積物が飛散して付着することが防止でき、ドットマークの周辺部には、通常ではドット

マーキング時に盛り上がる溶融堆積物が存在しない平滑面からなる所望のドットマークが形成できる。

【0018】本発明におけるドットマークは、請求項1に係る発明のごとく、レーザ発振器からのレーザビームを光学系を介して被マーキング物品の表面に照射することにより、同表面に刻印されるドットマーク形態であって、中心部に滑らかな曲面をもって膨出する膨出部と、同膨出部の周辺に形成されるリング状の凹陷部とを有し、前記膨出部の頂点が被マーキング物品の刻印面とほぼ同一面上、或いはそれ以下である。このため、ドットマークの周辺部などによる乱反射光が殆どなくなるため、ドットマークとその周辺との間の明暗差は大きくなり、ドットマークの有無による光学的読取装置の読み取り誤認及び不能を防止して視認性も高くなり、ドットマークの読み込みが確実になされるようになる。そして、ドットマーキング部分に成膜やエッチングなどの加工が繰り返しなされても、明暗差の低下が少なく、ドットマークと周辺との間に明暗差が維持され、視認性が確保される。

【0019】ドットマークに対する視認性に関しては、ドットマークとその周辺における光の反射方向及びその反射量に大きな差がある場合に視認性が高くなる。従って、本件請求項1に係る発明のドットマークは、前記膨出部とリング状の凹陷部とが形成された凹凸形状を呈し、加えて、穴の周辺部が盛り上がり部分のない平滑面である形状になっているから、この膨出部の表面と穴の周辺部の平滑面とにおける反射光が略一定方向に反射して明度が高くなり、一定の入射角で入射されたリング状の凹陷部内における反射光は乱反射して、この凹陷部内から反射される反射光が少なくなり、明度が低くなる。従って、凹陷部とその周辺との明暗差が大きくなり、光学的読み取り装置により光学的読み取りの誤認及び不能を生じないでドットマークの読み込みが確実になされることになる。

【0020】本件請求項1に係る発明のドットマークは、請求項2に係る発明のごとく多数の光透過単位がマトリクス状に配され、選択された所望の光透過単位を光非透過状態として、所要のパターンを表示したパターン表示手段を備え、レーザ発振器からのレーザビームを前記パターン表示手段に照射し、同パターン表示手段を透過したレーザビームにより、光学系を介して被マーキング物品の表面に所望の刻印パターンを刻印するレーザビームによるマーキング装置であって、前記マトリクス状に配された光透過単位の中心部には、照射されるレーザビームを半透過状態又は非透過状態におく透過光の遮蔽手段が配されてなることを特徴とするマーキング装置により確実に形成される。

【0021】ここで、本発明にあって「光透過単位」とは、例えば1文字の所要のパターンが光透過部分及び光非透過部分のドットマトリクスで形成される画素単位に

相当する。

【0022】そして、本件請求項2に係る発明のマーキング装置にあっては、請求項3に係る発明のごとく前記半透過状態にある光透過単位を透過するレーザビームのエネルギーは被マーキング物品を液相状態に維持する範囲内であることを規定している。

【0023】また、前記パターン表示手段としては多様な手段が採用できる。請求項4に係る発明は、前記パターン表示手段として、マトリクス状に配された光透過単位としての液晶を有してなる液晶パターン表示体と、各液晶を前記所要のパターンを駆動表示すべく光透過状態と光非透過状態とに制御駆動する制御装置とからなることを規定している。電圧を制御することで光透過率を変化させる。

【0024】そして、請求項5に係る発明にあっては、前記パターン表示手段が、前記マトリクス状に配された光透過単位のうち所望の光透過単位を光非透過膜で被覆して、所要のパターンを表示した光透過性板材からなることを規定し、請求項6に係る発明にあっては、前記光透過性板材がガラスからなり、前記光非透過膜がクロム金属であることを規定している。この光透過性板材及び光非透過膜は他の材料を用いることが可能である。

【0025】そして更に、請求項7に係る発明は、前記パターン表示手段が、前記マトリクス状に配された光非透過単位のうち所望の光非透過単位ごとに光透過孔が形成され、所要のパターンを表示した光非透過性板材からなることを規定し、請求項8に係る発明にあっては、前記光非透過性板材がパターン表示部にクロム金属皮膜を形成したガラス板材からなることを規定している。

【0026】また、上述のパターン表示手段と同様に、前記透過光による遮蔽手段は各種のパターン表示手段に応じて様々な手段が採用できる。例えば、この遮蔽手段は液晶装置（液晶マスク）の各液晶の中心部に形成される光非透過膜又は光半透過膜であってもよく、パターン表示手段の前・後のいずれに配してもよい。例えば、液晶装置に対向して配され、その各液晶の中心部に対向する表面が光非透過膜又は光半透過膜に形成された光透過性薄膜体であってもよい。前記遮蔽手段とパターン表示手段とは一体又は別体であってもよい。

【0027】そこで、請求項9に係る発明は、前記遮蔽手段が、前記マトリクス状に配された光透過単位の中心部に形成される光非透過膜であることを規定し、請求項10に係る発明にあっては、前記遮蔽手段は、前記液晶パターン表示体、光透過性板材又は光非透過性板材に対向して配された光透過性薄膜体からなり、マトリクス状に配された光透過単位の中心部に対応する光透過性薄膜体の部位には光非透過膜が形成されてなることを規定している。更に、請求項11に係る発明にあっては、前記光透過性薄膜体が合成石英からなり、前記光非透過膜がクロム金属であることを規定している。この光透過性薄

膜体は他の透明材料を含んでいる。光非透過膜は光半透過性の他の金属を用いることも可能である。廉価な部品を採用することができ、コストを低減することができる。

【0028】かかる構成により、遮蔽手段は、エネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を遮断又は半透過状態として、一般のレーザビームにおけるエネルギー密度分布形状の周辺部にあたるエネルギー強度の低い部分の照射光を透過させるように制御できる。

【0029】また、表面のエネルギー密度、レーザパルス幅及びレーザ波長などのレーザ加工パラメータに応じて、前記遮蔽手段の形状及び大きさを任意に選択することも可能である。また、本発明特有のドットマーク形態を形成するために必要なレーザ照射の中心部における光透過率を任意に選択することもできる。

【0030】ところで、本発明における加工対象としての被マーキング物品は、半導体ウェハ、液晶薄板などのガラス薄板、ベアチップなどの電極（パッド）、IC表面、各種セラミック製品、さらにはICのリード部などがある。また、前記半導体ウェハとは、シリコンウェハそれ自体である場合が代表的ではあるが、その他にウェハ表面に酸化膜や窒化膜が形成されたもの、更にはエピタキシャル成長させたウェハ、ガリウム砒素、インジウムリン化合物が表面に形成されたウェハを含むものである。また、液晶装置に対するレーザビームの照射は、一括照射又は液晶マスクに対してレーザビームを走査させて照射する方法が採用される。例えばフライアイレンズやバイナリーオプティクス、シリンドリカルレンズを使用した液晶装置のパターンマスク面上を一括して照射する方式や、ポリゴンミラー、ミラースキャナなどのアクチュエータによりミラー駆動してマスク面上をビーム走査する方式を備えたビームホモジナイザを採用することができる。

【0031】本発明のレーザビームによるマーキング方法は、以上のマーキング装置を使って実施される。その代表的な方法が、請求項12に係る発明であり、多数の光透過単位がマトリクス状に配され、選択された所望の光透過単位を光非透過状態として、所要のパターンを表示するパターン表示手段を備え、レーザ発振器からのレーザビームを前記パターン表示手段に照射し、同パターン表示手段を透過したレーザビームにより、被マーキング物品の表面に所望の刻印パターンを刻印するレーザビームによるマーキング方法であって、前記マトリクス状に配された光透過単位の中心部に透過光の遮蔽手段を配して、前記光透過単位の中心部を前記遮蔽手段により光半透過状態又は光非透過状態におくことを含んでなることを特徴としている。照射されるレーザビームを非透過状態におくことによって、エネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザ強度の高い部分のエネルギーを遮ら

せて、エネルギー密度分布形状の裾野にあたるレーザ強度の低い部分のエネルギーを刻印面の周辺部に照射するようにしているため、ビーム光が刻印面にリング状に形成される。

【0032】被マーキング物品の表面にドットマーキングのための穴加工を施すに際して、前述したごとく、例えば、電圧の変化で液晶マスクの光透過率を選択することができると共に、遮蔽手段の一部を構成するクロム金属の膜厚及び形状などを選択することができる。そこで、請求項13に係る発明にあっては、ガウシアン形状をもつエネルギー密度分布の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を半透過または遮断して、エネルギー密度分布形状の周辺スカート部を透過するレーザビームによりドット状の刻印をする。中央部の膨出部と周辺部のリング状の凹陷部とからなるドットマーク形態を任意に形成することができる。

【0033】

【発明の実施形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて具体的に説明する。図1は本発明のレーザビームによるマーキング装置を模式的に示した説明図で、図2は本発明のマーキング装置におけるパターン表示装置と透過光の遮蔽手段との配置関係を模式的に示す説明図である。

【0034】図1において、符号10は本発明のマーキング装置で、このマーキング装置10は、レーザ発振器20、ビームホモジナイザ30、パターン表示装置40、透過光の遮蔽手段50及び結像レンズユニット60を備えている。なお、符号70は被マーキング物品としての半導体ウェハである。この半導体ウェハ70は、ここでは、シリコンウェハのみならず、同ウェハ表面に酸化膜や窒化膜が形成されたもの、更にはエピタキシャル成長させた半導体ウェハ、ガリウム砒素、インジウムリン化合物などにより成膜されたものである。

【0035】本実施例にあっては、レーザ発振器10から出射されるレーザビームは、まずビームホモジナイザ30を経てパターン表示装置40の表面に照射される。このとき、図示せぬ制御装置によって、半導体ウェハ70の表面に刻印すべき所要のパターンに必要な光透過単位としての液晶42のみを液晶パターン表示体41上に駆動表示させて光透過状態とし、他の液晶42を駆動表示させないで光非透過状態とするので、照射されたレーザビームは光透過可能な状態にある液晶42を透過する。

【0036】ここで、本発明にあって「光透過単位」という述語は、例えば1文字の所要のパターンが光透過部分及び光非透過部分のドットマトリクスで形成される文字構成の一つ一つのドットをいう。

【0037】図2に示すように、このパターン表示装置40は、ここでは、液晶パターン表示体41と図示せぬ制御装置とからなる液晶装置（液晶マスク）である。液

晶パターン表示体41には、光透過単位としての液晶42がマトリクス状に配されている。この液晶パターン表示体41は、刻印すべき所要のパターンに対応して各液晶単位で任意の液晶42を光透過状態と光非透過（反射）状態とに駆動表示することが可能であり、各液晶単位の各要素電極に所要のパターンに応じた電圧を印加するようになっている。図示せぬ制御装置により、各液晶42が所要のパターンを駆動表示すべく光透過状態と光非透過状態とに制御駆動される。この所要のパターンは、例えば、「0」を光反射部分（無刻印部分）、

「1」を光透過部分（刻印部分）として変換したドット情報として、図示せぬ制御装置のメモリ内の所定のアドレス群内に記憶され、図示せぬ制御装置により、所要のドット情報が処理されるようになっている。

【0038】液晶パターン表示体41を通過したドット単位のレーザビームは、続いて液晶パターン表示体41に対向して配置された透過光の遮蔽手段50に照射される。エネルギー密度分布形状の中心部の照射光を遮らせて、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の照射光が略直線的に透過される。従って、ドット単位にエネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光は透過されない。この遮蔽手段50は、本発明に特有のドットマーク形態を得るために最適なエネルギー密度分布の形状を形成させるための光学部品であり、照射されるレーザビームの中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を遮蔽又は半透過させ、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の照射光を透過させる役目を果たす。図3及び図4に示すように、この遮蔽手段50は光透過性薄膜体51と光非透過膜52との積層体からなっている。

【0039】この光透過性薄膜体51には、複数の矩形のリング部（開口）53を残した状態で光非透過膜52が形成されている。このリング部53の中央領域に矩形の光非透過膜52が配置され、この遮蔽手段50はリング部53を光透過部とし、光非透過膜52を光遮蔽部として構成されている。この光透過性薄膜体51は、ここでは、合成石英を用い、この光非透過膜52は、ここでは、クロム金属を用いる。この光透過部53及び光遮蔽部52は1対1のドット単位で液晶パターン表示体41のマトリクス状に配された個々の液晶42に対向して、同様にマトリクス状に配列されている。この光遮蔽部52は、液晶パターン表示体41のマトリクス状に配された個々の液晶42の中心部に対向して、同様にマトリクス状に配列されている。

【0040】続いて、透過光の遮蔽手段50を通過したドット単位のレーザビームは、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の透過光を結像レンズユニット60により縮小されて半導体ウェハ70の刻印面の周辺部に照射される。こうして、半導体ウェ

ハ70の照射ポイントに照射したレーザービームは、半導体ウェハ70の表面の所定位置に結像され、そのウェハ70の表面に必要なドットマーキングがなされる。

【0041】図5を参照すると、本発明のマーキング装置を用いて形成されるドットマークの形態例が示されている。この遮蔽手段50により中心部分を遮蔽されたレーザービームは、図6に示すように、ガウシアンプロファイル形状の頂上付近が凹状に陥没したようなエネルギー密度分布形状に形成される。このビームを、結像レンズユニット60を通過させて、縮小された像を半導体ウェハ70の照射ポイントに照射すると、半導体ウェハ70の刻印面には凹凸リング状のドットマーク80が形成される。図5に示すように、このドットマーク80の中心部には、滑らかな曲面をもって膨出するリング状の膨出部81が形成され、この膨出部81の頂点は半導体ウェハ70の刻印面とほぼ同一面上、或いはそれ以下になっている。この膨出部81の周辺にはリング状の凹陷部82が形成されている。このリング状の凹陷部82の周端部は、ドットマーキング時に盛り上がった熔融堆積物が存在しない平滑部83となっている。

【0042】こうした形状を有する本発明装置により形成されるドットマーク80は、例えば図9に示す従来のドットマークの形態と異なり、ドットマーク加工穴の周辺部などによる乱反射光が殆どなくなるため、ドットマーク加工穴とその周辺との間の明暗差に大きなコントラストが得られる。ドットマーキング部分に成膜やエッチングなどの加工処理が繰り返さされても、マーク読取りの誤認及び不能が生じない。すなわち、滑らかな曲面をもって膨出するリング状の膨出部81、この膨出部81の周辺に存在するリング状の凹陷部82、及びこの凹陷部82の周端部に熔融堆積物が存在しない平滑部83からなる形状のドットマーク80では、その膨出部81及び穴周辺の平滑部83の反射光には方向性が得られ、穴内部82からの反射光は内部で散乱するため、穴とその周辺との間の明暗差が大きくなり、視認性も高くなって、ドットマークの読み込みが確実になされるようになる。更に、明暗差の低下が少なく、ドットマークとその周辺との間に明暗差が維持され、視認性が確保される。

【0043】本実施例では、前述のごとく液晶パターン表示体41を通過した後のレーザービームが遮蔽手段50を通過しているが、このパターン表示体41を通過させる前に遮蔽手段50を通過させてもよい。また、この遮蔽手段50とパターン表示体41とは一体又は別体であってもよい。

【0044】本発明にあつては、パターン表示手段40は電圧の変化で光透過率が変化する液晶マスクを採用することが可能である。この場合には、半透過状態にある液晶42を透過するレーザービームのエネルギーはウェハ70を固相状態に維持する範囲内に設定する。また、液

晶マスクに代えて、マトリクス状に配された光透過単位のうち所望の光透過単位を光非透過膜で被覆して、所要のパターンを表示した光透過性板材を採用することができる。すなわち、パターン表示手段40は、例えば液晶パターン表示体41に対向して配され、その各液晶42の中心部に対向する表面に光非透過膜が形成されてなる光透過性板材であってもよい。そして更に、パターン表示手段40には、マトリクス状に配された光非透過単位のうち所望の光非透過単位ごとに光透過孔が形成され、

10 所要のパターンを表示した光非透過性板材を採用することができる。また、光透過性板材は透明材料、例えばガラスなどを用いることができ、光非透過膜は不透明な材料、例えばクロム金属皮膜などを用いることができる。従って、廉価な部品を採用することができ、コストを低減することができる。

【0045】そして、上述のパターン表示手段40と同様に、透過光による遮蔽手段50はパターン表示手段40に応じて色々なものを採用できる。マトリクス状に配された光透過単位の中心部に形成される光非透過膜を採用することができる。例えば、液晶マスクの各液晶42の中心部には、光非透過膜又は光半透過膜が設けられる。更に、液晶装置に対向して配され、その各液晶42の中心部に対向する表面に光非透過膜又は光半透過膜が形成されてなる光透過性薄膜体を採用することができる。この遮蔽手段50は、液晶パターン表示体41又は前記光透過性板材に対向して配され、そのマトリクス状に配された光透過単位の中心部に対応する部位に光非透過膜が形成されてなる光透過性薄膜体を採用できる。この光透過性薄膜体には、透明材料、例えば合成石英などを

30 用い、光非透過膜には、光半透過性の金属、例えばクロム金属などを用いることも可能である。

【0046】この遮蔽手段50は、エネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザー強度の高い部分の照射光を遮蔽または半透過させ、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザー強度の低い部分の照射光を透過させるように制御できる。この場合には、半透過状態にある光透過単位を透過するレーザービームのエネルギーはウェハ70を液相状態に維持する範囲内に設定する。また、表面のエネルギー密度、レーザーパルス幅及びレーザー波長などのレーザー加工パラメータに対応して、光遮蔽部52とリング状の光透過部53との形状及び大きさを任意に選択することも可能である。また、本発明特有のドットマーク加工形状を形成するために必要なレーザー照射の中心部における光透過率を任意に異ならせることができると共に液晶パターン表示体41のパターン形成に応じて色々なパターンに変更できる。

【0047】そして、本発明における加工対象としての被マーキング物品70は、半導体ウェハ、液晶薄板などのガラス薄板、ベアチップなどの電極（パッド）、IC表面、各種セラミック製品、さらにはICのリード部な

とがある。

【0048】そして、液晶パターン表示体41に対するレーザビームの照射は、一括照射又は液晶パターン表示体41に対してレーザビームを走査させて照射する方法が採用される。例えばフライアイレンズやバイナリーオプティクス、シリンドリカルレンズを使用した液晶パターン表示体41の液晶42面上を一括して照射する方式や、ポリゴンミラー、ミラースキャナなどのアクチュエータによりミラー駆動してマスク面上をビーム走査する方式を備えたビームホモジナイザを採用することができる。

【0049】次に、本発明のレーザビームによるレーザマーキングの形成過程を図6～図8に基づいて説明する。図6は本発明のエネルギー密度分布の形状に基づいて形成されるドットマークの形成過程を模式的に示した説明図、及び図7は本発明のレーザ熱加工の材料表面温度及び表面状態の関係を示したグラフである。なお、図6はレーザビームによる1ドット単位のドットマーキングの形成にあたっての過程を示し、図7は照射時間（パルス幅）が同じ場合のパルスエネルギーの影響を示している。

【0050】照射したレーザビームが遮蔽手段50に入射すると、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の入射光は略直線的に透過し、エネルギー密度分布形状の中央部にあたるレーザ強度の高い部分の入射光は反射又は吸収されて遮蔽される。このレーザビームは、図6に示すごとく中心部に向けてエネルギー密度が漸減し、外周部に向かうにつれてエネルギー密度が中心部のエネルギー密度よりも高くなる密度分布形状となる。かかるエネルギー密度分布に形成されたレーザビームの縮小像が半導体ウェハ70表面（刻印面）の照射ポイントに照射されると、図7に示すごとく半導体ウェハ70の表面は過熱され、ある照射時間経過後に、この表面70の温度は融点（約1,415℃）を経て上昇する。

【0051】この状態で、図6（a）及び（b）に示すように、照射エネルギーが照射ポイントの周辺部分に次第に吸収され、この周辺部分の表面が熔融し始める。この中央部分の表面は遮蔽手段50によって遮蔽されているために、過熱状態の固相〔図7の（c）〕温度分布に維持された状態にあり、熔融しない。この状態で、さらに、この周辺部分の表面温度は融解潜熱を吸収して、より上昇する。しかして、この中央部分の表面温度は、より上昇するが、この中心部分のエネルギー密度が低いために、この中央部分は熔融しない。

【0052】そして、更にこの周辺部分の表面温度は蒸発潜熱（約2,480℃）近傍の温度に達して、図6の

（c）及び（d）に示すように、表面の周辺部分からの熱伝導により、その周辺部分は速やかにリング状に熔融変形される。このとき、この中央部分の表面温度は、図

7の（c）に示すごとく融点（約1,415℃）の近傍に達する。こうして、照射エネルギーの吸収によって完全に熔融した周辺部分の表面温度は蒸発潜熱領域近傍の温度に上昇するが、中央部分はエネルギー密度が低いために、この中央部分には融解熱や蒸散熱の潜熱が集中せず、この中央部分は蒸散しない。

【0053】こうして、図5に示すように、外周端部に熔融堆積物を堆積しないドットマークが形成される。形成されるドットマーク80は周辺部に大きなエネルギーをもっているため穴周壁部が速やかに熔融加工される。穴中央部では、遮蔽手段50によって、エネルギー密度分布形状の中心にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を遮蔽させているために、この中央部分の表面温度は過熱状態にあるときの液相の温度分布内にあり、この周辺部分は中央部分からの強力な熱伝導の影響を受けないために、図9に示すごとく表面は内側方向から外側方向に急激に移動されない。

【0054】刻印面の周辺部分は、レーザビームを照射してから停止するまでの所定の照射時間、液相の温度分布に保たれた状態で熔融変形し、所定の照射時間経過後に再度固化する。こうして、エネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を遮蔽させ、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の照射光を透過させるように制御することができる。

【0055】また、表面のエネルギー密度、レーザパルス幅及びレーザ波長などのレーザ加工パラメータに応じて、エネルギー密度分布形状の中心にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を半透過させ、エネルギー密度分布形状の周辺にあたるレーザ強度の低い部分の照射光を透過させるように制御することもできる。遮蔽手段50の中央部を透過する半透過光は矩形状の光量が半減化されたエネルギー密度を有している。

【0056】レーザビームは、遮蔽手段50に入射されると、エネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の入射光は略直線的に透過し、エネルギー密度分布形状の中央部にあたるレーザ強度の高い部分の入射光は半透過される。このように変換されたエネルギー密度分布をもつレーザ光を半導体ウェハ70の表面に照射すると、上記実施例と同様に、形成されるドットマーク80は周辺部に大きなエネルギーをもっているため穴周壁部が速やかに熔融変形される。表面の中央部分は、遮蔽手段50によって、エネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光を半透過させているために、融解熱や蒸散熱の潜熱を集中せずに表面の周辺部分に強力な熱伝導の影響を与えない。この周辺部分は、所定の照射時間経過後まで液相状態に保たれて熔融変形し、所定の照射時間経過後に再度凝縮する。刻印面は効率的に且つ速やかに加工され、ドットマークの外周端部に熔融堆積物を堆積しないドットマーキング



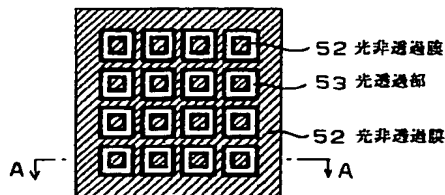
がなされる。

【0057】また、表面のエネルギー密度、レーザパルス幅及びレーザ波長などのレーザ加工パラメータの選定に基づいて、光遮蔽部52及びリング状の光透過部53の相対的な形状及び大きさを変更することにより、エネルギー密度分布形状の中心部にあたるレーザ強度の高い部分の照射光、及びエネルギー密度分布形状の周辺部にあたるレーザ強度の低い部分の照射光のエネルギーを任意に制御できる。

【0058】以上の説明からも明らかなように、本発明に係るレーザビームによるドットマーク、マーキング装置及びマーキング方法によれば、マトリクス状に配された光透過単位の中心部には、照射されるレーザビームの中心部分を半透過状態又は非透過状態におく透過光の遮蔽手段50が配されているから、刻印面の中心部が蒸散除去領域の温度分布に達しない段階で、この刻印面の周辺部を熔融除去することができる。従って、融解熱及び蒸発熱が集中する穴中央部からの強力な熱伝導による熱エネルギーを防止することができ、蒸散させずに刻印面に効果的に穴加工を施すことができる。

【0059】また、ドットマーク加工穴の周辺部に飛散物が飛散して付着することが防止でき、ドットマーク加工穴の外周端部には、ドットマーキング時に盛り上がった熔融堆積物が存在しない平滑面からなるドット形状の加工穴を形成することができる。このため、ドットマーク加工穴の外周端部などによる乱反射光が殆どなくなるため、ドットマーク加工穴とその周辺との間の明暗差は大きくなり、視認性も高くなって、ドットマークの有無による光学的読取装置の読み取り誤認及び不能を防止してドットマークの読み込みが確実になされるようになる。そして、ドットマーキング部分に成膜やエッチングなどの加工が繰り返しなされても、明暗差の低下が少なく、ドットマークと周辺との間に明暗差が維持され、視認性が確保される。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、それらの実施例から当業者が容易に変更可能な技術的な範囲をも当然に包含するものである。

【図3】



本発明装置における遮蔽手段としての中央部遮蔽クロムマスクを示す平面図

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザビームによるマーキング装置を模式的に示す説明図である。

【図2】本発明装置におけるパターン表示装置と透過光の遮蔽手段との配置関係を模式的に示す説明図である。

【図3】本発明装置における遮蔽手段としての中央部遮蔽クロムマスクを示す平面図である。

【図4】図3のA-A線に沿って切欠かれた部分断面図である。

10 【図5】本発明のマーキング装置を用いて形成されるドットマーク形態を模式的に示す説明図である。

【図6】本発明のエネルギー密度分布の形状に基づいて形成されるドットマークの形成過程を模式的に示す説明図である。

【図7】一般的なレーザ熱加工の材料表面温度及び表面状態の関係を示すグラフである。

【図8】従来のマーキング装置を用いて形成されるドットマークの形成過程を模式的に示す説明図である。

20 【図9】従来のマーキング装置を用いて形成されるドットマーク形態を模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

10	マーキング装置
20	レーザ発振器
30	ビームホモジナイザ
40	パターン表示手段
41	液晶装置
42	液晶
50	遮蔽手段
51	光透過性薄膜体
52	光非透過膜
53	光透過部
60	縮小レンズユニット
70	被マーキング物品
80	ドットマーク
81	膨出部
82	凹陷部
83	平滑部

【図4】

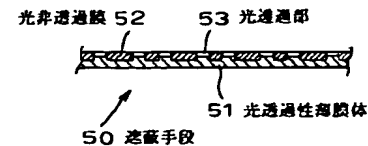
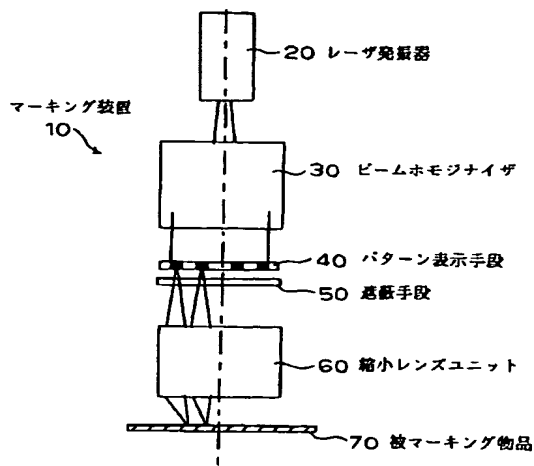


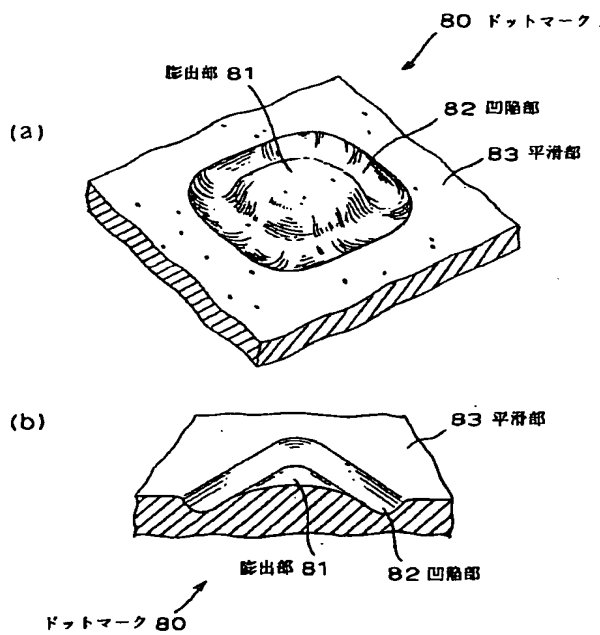
図3のA-A線に沿って切欠かれた部分断面図

【図1】



本発明のレーザービームによるマーキング装置を模式的に示す説明図

【図5】



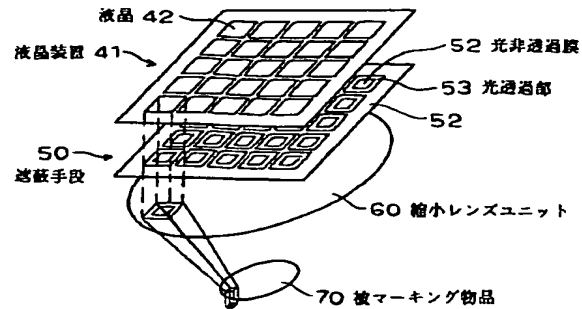
本発明のマーキング装置を用いて形成されるドットマーク形態を模式的に示す説明図

【図9】



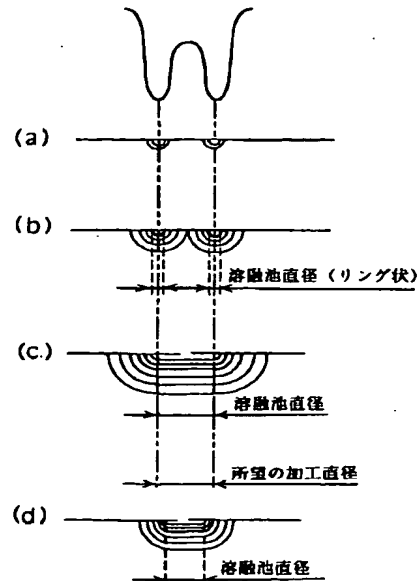
従来のマーキング装置を用いて形成されるドットマーク形態を模式的に示す説明図

【図2】



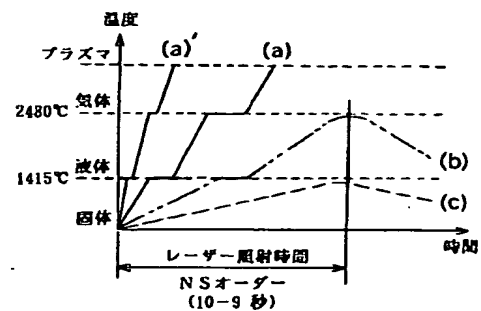
本発明装置におけるパターン表示装置と透過光の遮蔽手段との配置関係を模式的に示す説明図

【図6】



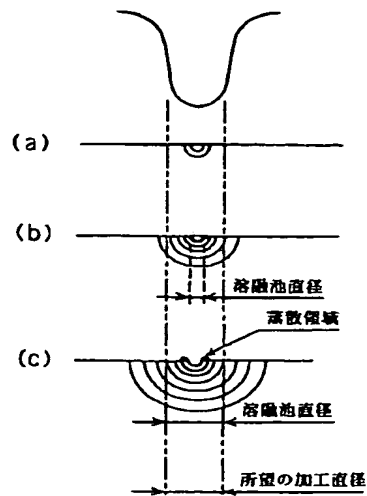
本発明のエネルギー密度分布の形状に基づいて形成されるドットマークの形成過程を模式的に示す説明図

【図7】



一般的なレーザー熱加工の材料表面温度及び表面状態の関係を示すグラフ

【図8】



従来のマーキング装置を用いて形成されるドットマークの形成過程を模式的に示す説明図

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F 1/13

識別記号

5 0 5

F I

B 4 1 J 3/00

ターム (参考)

Q

(72)発明者 小村 隆輔

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製

作所研究本部内

Fターム(参考) 2C362 CB67

2H088 FA16 FA18 HA14 HA21 HA24

HA28 MA20

4E068 AB00 AB02 CA02 CA08 CA17

CD10 DA10 DA11 DB06 DB12

DB13